

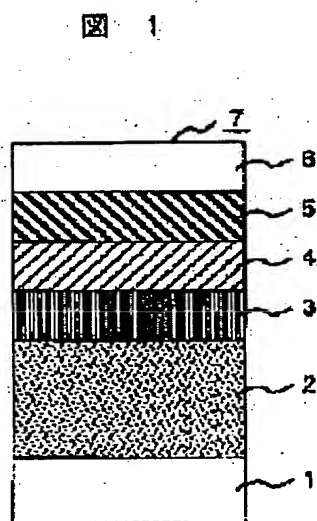
# PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING MEDIUM, METHOD FOR PRODUCING THE SAME AND MAGNETIC RECORDER

**Patent number:** JP2002025030  
**Publication date:** 2002-01-25  
**Inventor:** NAKAZAWA TETSUO; NAITO TAKASHI; YAMAMOTO HIROTAKE; HONDA MITSUTOSHI; HIRANO TATSUMI; TAKAHASHI KEN; KOZONO YUZO  
**Applicant:** HITACHI LTD.; HITACHI MAXELL LTD  
**Classification:**  
 - international: G11B5/65; G11B5/667; G11B5/738; G11B5/851  
 - european:  
**Application number:** JP20000210701 20000706  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP2002025030

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a perpendicular magnetic recording medium less liable to generate noise and having high performance by controlling the orientation and grain diameter of the perpendicular magnetic recording medium obtained by forming a soft magnetic film and a magnetic film on a substrate.

**SOLUTION:** The perpendicular magnetic recording medium has a soft magnetic film 2 formed on a substrate 1 directly or by way of another layer and a magnetic film 4 formed on the soft magnetic film by way of a grain diameter and orientation controlling film 3. Each of the controlling film 3 and the magnetic layer 4 comprises crystal grains grown in a columnar form with respect to the surface of the substrate 1 and grain boundary layers surrounding the lateral faces of the crystal grains, and the grain diameter and grain diameter distribution of at least the controlling film 3 out of the controlling film and the magnetic layer 4 and the width of the grain boundary layers in the film 3 are controlled by regulating the content of one or more compounds selected from the oxides, nitrides and borides of the groups I-IV elements of the periodic table in the film.



1...基板 2...軟磁性膜 3...粒徑・配向制御膜 4...磁性膜  
 5...保護膜 6...粒界膜 7...垂直磁気記録媒体

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-25030

(P2002-25030A)

(43) 公開日 平成14年1月25日 (2002.1.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
G 1 1 B	5/65	G 1 1 B	5 D 0 0 6
	5/667		5 D 1 1 2
	5/738		
	5/851		

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-210701(P2000-210701)

(22) 出願日 平成12年7月6日(2000.7.6)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72) 発明者 中澤 哲夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外1名)

最終頁に続く

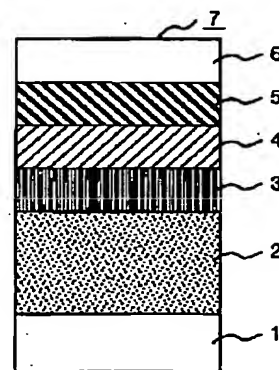
(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体とその製法および磁気記録装置

## (57) 【要約】

【課題】基板上に軟磁性膜と磁性膜を形成した垂直磁気記録媒体の配向、粒子径の制御により、ノイズの発生が小さく高性能な垂直磁気記録媒体の提供。

【解決手段】基板1上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜2と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜3を介して形成される磁性膜4を有する垂直磁気記録媒体であって、前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜3と磁性層4は、基板1の表面に対して柱状に成長した結晶と、その結晶の側面を取り囲む粒界層で構成され、該粒径・配向制御膜3および磁性層4の少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の1種以上を含み、その膜中における含有割合の調節によって制御した垂直磁気記録媒体。

図 1



1…基板 2…軟磁性膜 3…粒径・配向制御膜 4…磁性膜  
5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成される磁性膜を有する垂直磁気記録媒体であって、  
前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜と磁性層は、基板表面に対して柱状に成長した結晶とその結晶の側面を取り囲む粒界層で構成され、該粒径・配向制御膜および磁性層の内、少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合の調節によって制御したことを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項2】 前記粒径・配向制御膜は、酸化物、あるいは、金属またはそれらの合金の少なくとも1種からなる第1の構成成分、および、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種である第2の構成成分からなる粒子と該粒子の粒界で構成され、該粒子は、酸化物、あるいは、金属またはそれらの合金である第1の構成成分が65～98重量%と、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種から成る第2の構成成分が35～2重量%であり、該粒子の粒界相は、酸化物、あるいは、金属またはそれらの合金である第1の構成成分が30～85重量%であり、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種から成る第2の構成成分が70～15重量%である請求項1に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項3】 前記粒径・配向制御膜における酸化物が、スピネル構造を有する化合物の少なくとも1種である請求項1または2に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項4】 前記粒径・配向制御膜におけるスピネル構造を有する酸化物が、酸化コバルト( $\text{Co}_3\text{O}_4$ )である請求項1、2または3に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項5】 前記粒径・配向制御膜における第1の構成成分である酸化物が、酸化コバルト( $\text{CoO}$ )、酸化クロム、酸化鉄、酸化マグネシウム、酸化マンガン、酸化チタン、酸化銅または酸化ニッケルの少なくとも1種である請求項1または2に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項6】 前記粒径・配向制御膜における金属またはそれらの合金が、Cr、Tiまたはこれらの金属を主体とする合金である請求項1または2に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項7】 前記粒径・配向制御膜は、膜厚が2～50nm、平均粒径(d)が4～18nm、粒径の標準偏差( $\sigma$ )/dが25%以下、かつ、粒界層の幅が0.1～2nmである請求項1～6のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項8】 前記磁性膜はCoを主体とし、Pt、および、Cr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素を含む合金からなる強磁性薄膜である請求項1～7のいずれか

2

に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項9】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成する磁性膜を有する垂直磁気記録媒体であって、

前記磁性膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、膜中における含有割合の調節により制御したことを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項10】 前記磁性膜はCoを主体とし、Pt、および、Cr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素を含む合金および周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種の成分からなり、

Coを主体とし、Pt、および、Cr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素を含む合金80～98重量%と、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の内の少なくとも1種が20～2重量%の結晶部分と、

該結晶部分の粒界相はCoを主体とし、Pt、および、Cr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素を含む合金が2～20重量%であり、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種が98～80重量%である強磁性薄膜を用いた請求項1～9のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項11】 前記垂直磁気記録媒体における磁性膜は、膜厚が10～70nm、平均粒径(d)が4～14nm、粒径の標準偏差( $\sigma$ )/dが25%以下で、配向性は磁化容易軸が基板面に垂直であり、かつ、粒界層の幅が0.1～2nmである請求項1～10のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項12】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成された粒子と、該粒子の側面を囲む粒界層で構成される粒径・配向制御膜の粒子の粒径(d1)と、その上に形成された磁性膜の粒子の粒径(d2)との比(d1/d2)が0.7～1.4であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項13】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成された粒子と、該粒子の側面を囲む粒界層で構成される粒径・配向制御膜と、その上に形成された磁性膜の膜厚(t)、平均粒径(d2)の比(t/d2)が2～7で、かつ、磁化容易軸が基板表面と垂直であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項14】 前記軟磁性膜の膜厚が10～400nmであることを特徴とする請求項1～13のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項15】 前記軟磁性膜が、Fe、Fe-Ni、Fe-Ta-C、Co-Nb-Zr、Fe-Al、Fe-Si、Fe-Co-Ni、Mo-Ni-Mn-Fe、Cu-Cr-Ni-Fe、Fe-Co、Mg-Zn-Fe、Mn-Zn、Co-Nb-Zr、または、Co-Fe-Bで形成され、その膜厚が10～400nmである

3

請求項14に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項16】 前記軟磁性膜は積層構造を有し、基板側軟磁性膜は軟磁性材料単独、磁性膜側軟磁性膜は軟磁性材料と軟磁性粒子の粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合の調節により制御した請求項15に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項17】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成される磁性膜を有する垂直磁気記録媒体であって、前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜と磁性層は、基板表面に対して柱状に成長した結晶とその結晶の側面を取り囲む粒界層で構成され、該粒径・配向制御膜および磁性層の内、少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合の調節により制御し、保磁力が2kOe以上、面記録密度が40Gb/in<sup>2</sup>以上であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項18】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成される磁性膜を有する垂直磁気記録媒体の製法であって、前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜と磁性層は、基板表面に対して柱状に成長した結晶とその結晶の側面を取り囲む粒界層で構成され、該粒径・配向制御膜および磁性層の内、少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合の調節により制御し、スパッタ法により膜を形成することを特徴とする垂直磁気記録媒体の製法。

【請求項19】 酸化コバルト(Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)、酸化コバルト(CoO)、酸化鉄、酸化マグネシウム、酸化マンガ、酸化チタン、酸化銅または酸化ニッケルの少なくとも1種を65～98重量%、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を35～2重量%混合して焼結したことを特徴とする垂直磁気記録媒体の粒径・配向制御膜形成用ターゲット。

【請求項20】 酸化コバルト(Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)、酸化コバルト(CoO)、酸化鉄、酸化マグネシウム、酸化マンガ、酸化チタン、酸化銅あるいは酸化ニッケルの少なくとも1種の酸化物が、粒径・配向制御膜の結晶粒部分において65～98重量%となるように前記酸化物の焼結体に、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種の溶融物あるいは焼結体を前記酸化物焼結体表面に配置したことを特徴とする垂直磁気記録媒

4

体の粒径・配向制御膜形成用ターゲット。

【請求項21】 Ti, Cr、または、これらの金属を主体とする合金の溶融物または焼結体が65～98重量%、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を35～2重量%となるよう混合し焼結したことを特徴とする垂直磁気記録媒体の粒径・配向制御膜形成用ターゲット。

【請求項22】 磁気記録媒体を回転駆動する駆動機構、前記磁気記録媒体に対し記録、再生を行う磁気ヘッドを具備する磁気記録装置において、前記磁気記録媒体は、基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成される磁性膜を有する垂直磁気記録媒体であり、前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜と磁性層は、基板表面に対して柱状に成長した結晶とその結晶の側面を取り囲む粒界層からなり、該粒径・配向制御膜および磁性層の内、少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合の調節によって制御したことを特徴とする磁気記録装置。

【請求項23】 前記垂直磁気記録媒体の面記録密度が40Gb/in<sup>2</sup>以上である請求項22に記載の磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高性能、かつ、高信頼性を有する磁気記録装置およびこれを実現する垂直磁気記録媒体とその製法並びにそのターゲット材料に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の高度情報化社会の進展はめざましく、各種形態の情報を統合したマルチメディアが急速に普及してきている。これを支える情報記録装置の1つに磁気ディスク装置などの磁気記録装置がある。現在、磁気記録装置は、記録密度の向上と小型化が図られており、さらに、その磁気記録装置の低価格化も急速に進められている。

【0003】ところで、磁気記録装置の高密度化を実現するためには、1) 磁気ディスク媒体と磁気ヘッドとの間の距離を小さくすること、2) 磁気ディスク媒体の保磁力を増大させること、3) 信号処理方法を工夫すること、4) 面内磁気記録方式に代わって垂直磁気記録方式を採用すること、などが必須の技術となっている。

【0004】この内、磁気ディスク媒体については、40Gb/in<sup>2</sup>を超える記録密度を実現するために、面内磁気記録方式に代わる垂直磁気記録方式の採用、保磁力の増大、あるいは磁性膜の磁化反転が生じる単位をより小さくするなどの技術的改良が望まれている。

5

【0005】垂直磁気記録方式は、垂直磁気記録媒体の磁性層中に媒体面に対して磁化容易軸が垂直方向に配向するように形成したものであり、記録密度を上げて行ってもビット内の反磁界が小さく、記録再生特性の低下がない高密度記録に適した方法である。

【0006】しかし、垂直磁気記録方式の媒体においては、面内磁気記録方式では形成する必要が無かった比較的膜厚が厚い軟磁性膜が必要になる等、新たな技術課題がある。さらに、磁性粒子サイズの微細化と同時に、その粒子サイズの分布を均一にすることが、熱揺らぎの観点から重要となってきた。

【0007】垂直磁気記録媒体については、特開平7-44852号、特開平5-258272号公報等が開示されている。磁性層の配向、保持力を改善するために磁性層組成の適正範囲が示され、また、軟磁性層の粒径を制御するために負のDCバイアスを印加した状態でDCマグネトロン法で軟磁性膜を形成することの有効性が示されている。

【0008】さらに軟磁性膜の形成方法について、特開平7-3489号、特開昭64-8605号、特開平2-138716号公報等が開示されている。磁性膜中の磁性粒子サイズおよびそのサイズの分布を制御する方法として、USP4,652,499号公報に記載されるように、磁性膜の下にシード層を設けることが提案されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記の特開平5-258272号公報では、軟磁性膜、磁性膜の形成において、その粒径を制御するのに負のDCバイアスを印加して成膜する特殊な技術を適用している。

【0010】また、特開平7-3489号、特開昭64-8605号、特開平2-138716号公報等は磁気ヘッドを対象としたものである。

【0011】また、磁性膜中の磁性粒子サイズおよびその粒子サイズの分布を制御する方法としてUSP4,652,499号公報に記載の方法では、磁気ディスク媒体を構成する磁性膜の結晶粒子サイズおよび結晶粒子サイズ分布の制御に限度があり、磁性膜中に微細粒子と粗大粒子が共存する。このような状態の磁性膜では、情報を記録する場合（磁化を反転させる場合）に、周囲の磁性粒子からの漏洩磁界の影響を受けたり、逆に、大きな磁性粒子が相互作用を与えることにより、 $40\text{Gb/in}^2$ を超える超高密度記録には、安定した記録が行えない場合があった。

【0012】本発明の第1の目的は、基板上に軟磁性膜と磁性膜を形成して成る垂直磁気記録媒体の配向・粒子径制御を確実にすることにより、ノイズの発生が小さい高性能な垂直磁気記録媒体を提供することにある。

【0013】本発明の第2の目的は、上記の垂直磁気記録媒体の製法を提供することにある。

6

【0014】本発明の第3の目的は、上記の垂直磁気記録媒体の製造に用いるターゲット部材を提供することにある。

【0015】さらに、本発明の第4の目的は、 $40\text{Gb/in}^2$ を超える超高密度記録の可能な垂直磁気記録装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成する本発明の要旨は次のとおりである。

【0017】基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成される磁性膜を有する垂直磁気記録媒体であって、前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜と磁性層は、基板表面に対して柱状に成長した結晶とその結晶の側面を取り囲む粒界層で構成され、該粒径・配向制御膜および磁性層の内、少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合を調節することによって制御した垂直磁気記録媒体にある。

【0018】軟磁性層を、予め形成した基板上に直接あるいは他の層を介して粒径・配向制御膜および磁性膜を形成した垂直磁気記録媒体は、軟磁性膜が粒径・配向制御膜および磁性膜、さらには、磁性膜上に形成する保護膜等に比べて比較的膜厚が厚くなるため、上記目的を達成するのに好都合である。

【0019】この時、前記粒径・配向制御膜は、酸化物、あるいは、金属またはそれらの合金の少なくとも1種からなる第1の構成成分、および、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種である第2の構成成分からなる粒子と、該粒子の粒界で構成される。

【0020】該粒子は酸化物、金属またはそれらの合金である第1の構成成分が65～98重量%と、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種からなる第2の構成成分が35～2重量%であり、該粒子の粒界層は酸化物あるいは金属またはそれらの合金である第1の構成成分が30～85重量%で、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種である第2の構成成分が70～15重量%であることが望ましい。

【0021】なお、粒子およびその粒界を構成する物質、濃度（組成）は、材料の選定または成膜条件の選択により調節できる。また、同時に材料の選定または成膜条件の選択により、その膜の配向性、結晶粒子サイズ、結晶粒子サイズの分布も制御することができる。

【0022】また、本発明の垂直磁気記録媒体において、軟磁性膜は膜厚が10～400nmで、材料として鉄系合金、パーマロイ系合金、 $\text{CoNbZr}$ 、 $\text{CoFeB}$ 等の非晶質材料、フェライト化合物が用いられる。こ

うした材料としては、例えば、Fe、Fe-Ni、Fe-Ta-C、Co-Nb-Zr、Fe-Al、Fe-Si、Fe-Co-Ni、Mo-Ni-Mn-Fe、Cu-Cr-Ni-Fe、Fe-Co、Mg-Zn-Fe、Mn-Zn、Co-Nb-Zr、または、Co-Fe-B等が挙げられる。これらは気相メッキ、スパッタリング、蒸着、湿式メッキ等で形成することができる。

【0023】さらに基板材料としてはガラス、金属、プラスチック、および、それらの複合材を使用することが可能で、その片面あるいは両面に膜厚が10~400nmの軟磁性膜を予め気相メッキ、スパッタリング、蒸着、湿式メッキ等で形成した基板が有効である。

【0024】また、軟磁性膜は、例えば、基板側に非晶質材料から成る軟磁性膜を形成し、さらに結晶質の軟磁性膜を積層して形成することで、軟磁性膜の機能と粒径・配向制御膜の機能とを兼ねた構成とすることができる。

【0025】この時、結晶質材料から成る軟磁性膜の粒子部分の組成は、前記軟磁性膜材料が65~98重量%と、周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種の成分が35~2重量%である。

【0026】また、該粒子の粒界層は前記軟磁性材料が30~85重量%で、周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種が70~15重量%とするのが効果的である。

【0027】粒径・配向制御膜は膜厚が2~50nm、平均粒径(d)が4~18nmであり、粒径の標準偏差( $\sigma$ )/dは25%以下、粒界層の幅が0.1~2nmであることが望ましい。

【0028】磁性膜はCoを主体とし、PtおよびCr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素を含む合金からなる強磁性薄膜を用いることができる。

【0029】この強磁性薄膜の構造は、Coの結晶粒子の粒界にCr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素が偏析して存在する。また、強磁性薄膜に周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を添加すると、より効果的である。

【0030】周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種からの成分を添加した軟磁性膜、粒径・配向制御膜、および、磁性膜の粒子は結晶質(X線回析により測定)であり、それが規則的に配列しており、この粒子の結晶粒界には非晶質(X線回析により測定)の粒界が存在している構造が好ましい。

【0031】また、この結晶粒子は、磁性膜粒子の格子定数との整合がとり易いように結晶配向していることが最も好ましい。また、粒径・配向制御膜の結晶の格子定数と、磁性膜の結晶の格子定数との差は20%以下であることが望ましい。

【0032】なお、本発明では、磁性膜の磁性粒子成分としてCoを主体とするPt、および、Cr、Ta、N

bの少なくとも1種の元素を含むものが利用できるとしたが、これらの元素の他に、例えば、B、W、その他の元素を添加、あるいは、不純物として含まれていてもかまわない。

【0033】また、軟磁性膜、粒径・配向制御膜、磁性膜の粒径を制御するために、それぞれの膜を複数層積層して形成することも有効である。

【0034】磁性膜は膜厚10~70nm、平均粒径(d)4~14nm、粒径の標準偏差( $\sigma$ )/dが25%以下、配向性は磁化容易軸が基板面に垂直であり、粒界層の幅が0.1~2nmであることが望ましい。

【0035】また、粒径・配向制御膜の粒子径と、その上に形成された磁性膜の粒子径との比が0.7~1.4であることが本発明の目的を満足するために重要である。

【0036】さらに、磁性膜の膜厚(t)、平均粒径(d)の比(t/d)が2~7で、かつ、磁化容易軸が基板表面と垂直であることが、記録媒体の安定した高特性を維持するために重要である。

【0037】このように形成した本発明の垂直磁気記録媒体は、磁化反転が生じる単位が100nm以下であり、保磁力が2kOe以上である。

【0038】なお、本発明の垂直磁気記録媒体は、基板に軟磁性層、粒径・配向制御膜、磁性膜を一つの工程で形成することができる。また、軟磁性層は他の層に比べて厚い場合が多いため、予め、基板に軟磁性層を形成しておき、それを基板として粒径・配向制御膜、磁性膜を形成し、工程の流れを改善することができる。

【0039】以上により、垂直磁気記録媒体における磁化反転単位およびそのサイズを小さくできる。ここで云う磁化反転単位とは、反転の最小単位を磁性膜の結晶粒子1つと仮定し、記録や消去を行った場合に何個分の磁性膜の結晶粒子に相当するかを磁気力顕微鏡(MFM)などにより観察して決めるものである。

【0040】こうした本発明の垂直磁気記録媒体を搭載し、回転駆動する駆動機構、前記磁気記録媒体に対し記録再生を行う磁気ヘッドを備え、高密度の情報を伝達することができる磁気記録装置を得ることができる。

【0041】本発明の磁気記録媒体を搭載した磁気記録装置は、磁性膜の磁性粒子が粒径・配向制御膜中の結晶質粒子の粒径および粒径分布を反映して制御できていることと、粒径・配向制御膜の結晶質粒子上と非晶質である粒界上に成長する磁性膜は、異磁性膜を構成する結晶粒子間の磁氣的相互作用が低減されているために、磁化遷移領域に存在するジグザグパターンを小さくすることができる。

【0042】具体的には、磁気記録媒体のトラックの磁化遷移領域に存在するジグザグパターンの幅を、記録ヘッドのギャップ長以下とすることができる。なお、ジグザグパターンの幅は、必ずしもトラック全周にわたってギャップ長以下である必要はないが、全周にわたってギ

ャップ長以下が理想的である。

【0043】これにより、磁気記録媒体のノイズを低減することができる。また、トラック幅を小さくしてもノイズの影響を小さく抑えられるため、トラック密度を低減することができる。

【0044】上記の垂直磁気記録媒体と、該記録媒体を回転駆動する駆動部と、記録部と再生部とを有する磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを磁気記録媒体に対し相対的に移動させる移動手段を備えた磁気記録装置は、40Gb/in<sup>2</sup>を超える高密度記録が可能な磁気記録装置が実現でき、該記録装置に画像やコードデータ、オーディオ等の各種情報を記録、再生、あるいは、消去を行なうことができる。

【0045】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施例に基づき説明する。

【0046】〔実施例 1〕図1は、本実施例の垂直磁気記録媒体（以下、単に磁気記録媒体と云う）の模式断面図である。まず、基板1として直径2.5インチのガラス基板を用いた。その上に、軟磁性膜2としてFe-78Niパーマロイを用い、アルゴンガス圧2mTorr \*

\*r, スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜した。なお、膜厚は300nmとした。

【0047】その後、基板を250℃に加熱し、粒径・配向制御膜3として、酸化コバルト(Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)あるいは酸化コバルト(CoO)が50～100重量%、酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)と酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)のモル比1:1の混合物0～50重量%からなる焼結ターゲット、および、Cr-20at%Tiが100～50重量%になるようCr-20at%Tiのターゲット上に、酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)と酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)のモル比1:1の焼結ペレット置き、10nm膜厚の配向・粒径制御膜を形成した。

【0048】スパッタ時の放電ガスとしては純Arを使用し、放電ガス圧力は5mTorr、投入高周波電力は1.5kWとした。その後、Co-19at%Cr-8at%Ptの磁性膜4をアルゴンガス圧2mTorr、スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜した。なお、温度は250℃に維持した。この磁気記録媒体の特性を表1～3に示す。

【0049】

【表1】

表 1

試料NO.	粒径・配向制御膜					磁性膜			備考
	組成(wt%)		d1(nm)	$\sigma 1/d1 \times 100$	結晶性	垂直抗磁力(Oe)	d2 (nm)	$\sigma 2/d2 \times 100$	
	Co3O4	SiO2+TiO2 (モル比1:1)							
1	100	0	19.5	31	○	1400	12.7	35	比較例
2	98	2	15	25	○	2410	11	23	
3	85	15	8.3	19	○	3100	7.5	21	
4	75	25	7.2	20	○	2500	6.3	20	
5	65	35	4	18	○	2340	5.5	18	
6	60	40	3.1	17	×	1530	5	23	比較例
7	50	50	0.7	18	×	1130	2	25	比較例

【0050】

※ ※【表2】

表 2

試料NO.	粒径・配向制御膜					磁性膜			備考
	組成(wt%)		d1(nm)	$\sigma 1 / d1 \times 100$	結晶性	垂直抗磁力(Oe)	d2 (nm)	$\sigma 2 / d2 \times 100$	
	CoO	SiO <sub>2</sub> ・TiO <sub>2</sub> (モル比1:1)							
1	100	0	19.5	31	○	1400	12.7	35	比較例
2	98	2	18	24	○	2300	14	23	
3	85	15	8.5	23	○	2760	8.8	21	
4	75	25	7.2	18	○	2840	6.9	20	
5	65	35	4.5	18	○	2340	4	18	
6	60	40	3.9	15	×	2010	5.2	27	比較例
7	50	50	2.1	16	×	1030	3.6	29	比較例

【0051】

【表3】



表 3

試料NO.	粒径・配向制御膜				磁性膜			備考
	*膜中の Cr/Ti組成 (wt%)	d1(nm)	$\sigma 1/d1 \times 100$	結晶性	垂直抗磁 力(Oe)	d2 (nm)	$\sigma 2/d2 \times 100$	
1	100	16.5	31	○	1400	19	35	比較例
2	97.5	11.2	24	○	2200	11	23	
3	83.2	9.8	22	○	2300	8	19	
4	74.6	6.7	19	○	2350	7	20	
5	66.3	4.6	15	○	2300	5	22	
6	56.3	3.2	16	×	1010	5	28	比較例

\* 組成(wt%)(Cr20at%Ti)+(SiO2+TiO2チップ)で成膜後、膜の組成をICPで分析した

【0052】 $\text{Co}_3\text{O}_4$ を粒径・配向制御膜として使用した実施例(表1)では、粒径・配向制御膜3および磁性膜4の粒径の分布を示す指標である $\sigma 1/d1 \times 100$ の値は、 $\text{Co}_3\text{O}_4$ が100%の場合(比較例)を除いて25%以下である。

【0053】また、試料No. 6, 7はX線回折で $\text{Co}_3\text{O}_4$ に起因するピークが認められず、結晶性が悪かった。

【0054】さらにまた、No. 1~7の試料に相当する磁性膜形成前の粒径・配向制御膜の平面を、透過型電子顕微鏡(TEM)で観察した結果、比較例(No. 1, 6, 7)を除いて粒界幅は0.1~2.0nmであった。

【0055】ここで粒子部分と粒界部分の組成をFE-TEM(フィールドエミッション型TEM)のEDX(エネルギー分散型特性X線分析装置)で測定した。粒子部分はビーム径を約5nmに、また、粒界部分はビーム径を約0.5nmに絞って測定した。

【0056】粒子は酸化コバルトが65~98重量%であり、他に、 $\text{SiO}_2$ および $\text{TiO}_2$ が含まれていた。また、粒界は酸化コバルトが30~85重量%であり、他に $\text{SiO}_2$ と $\text{TiO}_2$ が含まれていた。さらに、電子線回折法により粒径・配向制御膜の構造を観察すると、粒子部分は結晶質であり、粒界部分は非晶質であった。

【0057】なお、粒径・配向制御膜3、磁性膜4を構成する粒子の粒子径(d1, d2)を表1に示したが、これは、それぞれの上記膜表面のTEM観察写真の粒子約300個の面積を実測し、粒子個々の面積を円近似することによる方法で、その直径を粒子径とした。

【0058】粒径・配向制御膜3、磁性膜4の結晶は、前者が $\text{Co}_3\text{O}_4$ であり、後者は主要成分であるCoに起因するX線回折ピークからCo(002)に配向しており、磁化容易軸が基板面に垂直に成長していることが認められた。

【0059】粒径・配向制御膜3として、CoOおよびCr-20at%Tiを使用した場合についての実施例を表2, 3に示した。

【0060】粒径・配向制御膜3および磁性膜4の粒径の分布を示す指標である $\sigma 1/d1 \times 100$ の値は、CoOあるいはCr-20at%Tiが100重量%の場合(比較例:試料No. 1)を除いて25%以下であった。

【0061】しかし、表2の試料No. 6, 7、表3の試料No. 6はX線回折でCoOあるいはCr-20at%Tiに起因するピークが認められず、結晶性が悪かった。

【0062】また、この場合も $\text{Co}_3\text{O}_4$ と同様、粒子は酸化コバルトあるいはCr-20at%Tiが65~98重量%であり、他に $\text{SiO}_2$ および $\text{TiO}_2$ が含まれていた。また、粒界は $\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2$ が2~35重量%、残部がCoOあるいはCr-20at%Tiであり、この場合も磁性膜はCo(002)に配向しており、磁化容易軸が基板面に垂直に成長していることが認められた。

【0063】なお、本実施例の媒体の断面をTEMにより観察したところ、比較例以外は粒径・配向制御膜3の形態をよく反映した形で磁性粒子が成長しており、粒径・配向制御膜粒子の粒子径(d1)と磁性膜の粒子径(d2)との比(d1/d2)は比較例を除いて0.7~1.4の範囲に、また、磁性膜の膜厚(t)とd2との比(t/d2)は2~7の範囲であった。

【0064】次に、磁性膜4上に保護膜5として膜厚5nmのカーボン(C)膜を形成し、磁気記録媒体7とした。スパッタ時の条件は、放電ガスがAr、放電ガス圧力が5mTorr、投入DC電力は1.5kWである。

【0065】なお、本実施例では放電ガスにArを使用した。他に窒素を含むガスを用いてもよい。これによって、膜が緻密化し、性能を向上させることもできる。



【0066】また、磁性膜の磁気特性を測定した結果、比較例以外は保磁力が2 kOe以上であり、M-Hループにおけるヒステリシスの角型性の指標である保磁力角型比 $S^*$ が0.7~0.88であり、良好な磁気特性を有していた。この結果、磁性膜の結晶粒子サイズが小さく、そのサイズの分布が均一であることが分かった。

【0067】さらに、この磁気記録媒体7の表面に潤滑膜6を塗布、形成した後、磁気記録再生装置へ組み込み、記録再生特性を評価した。

【0068】図2は、本実施例における磁気記録装置の10 概略構造を示す斜視図である。磁気記録媒体7と、これを回転駆動させる駆動部8と、磁気記録媒体7に記録させる駆動部9と、磁気ヘッド10への信号入力と、磁気ヘッドからの出力信号の再生を行うための記録再生信号処理手段とを備えた磁気記憶装置である。

【0069】磁気ヘッド10は、再生ヘッドと記録ヘッドで構成され、再生ヘッドには単磁極型磁気ヘッドを用いた。磁気記録媒体に40 Gb/in<sup>2</sup>に相当する信号を記録してS/Nを評価したところ、表1~3の比較例を除く実施例の媒体は、20~36 dBの再生出力が得られた。一方、比較例として示した磁性膜では17~19 dBの再生出力であった。

【0070】ここで、磁気力顕微鏡(MFM)により磁性膜の磁化反転単位を測定したところ、本実施例の試料は粒子2~3個分程度であり、十分に小さいことが分かった。また、MFMにより測定した磁化遷移領域のジグザグパターンが存在する領域も0.1 μmと記録ヘッドのギャップ長以下であり、著しく小さかった。さらにまた、熱揺らぎや熱による減磁も発生しなかった。これは、磁性膜の結晶粒子サイズの分布が小さいことに起因30 している。

【0071】なお、Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、CoO、Cr-20 at %TiとSiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>の混合比は適宜選択できるが、実施例に示したように粒径・配向制御膜3の粒子部分の組成がCo<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、CoO、Cr-20 at %Ti成分：65~98重量%と、SiO<sub>2</sub>+TiO<sub>2</sub>成分が35~2重量%の範囲を外れると、粒子部分の結晶性が低下し、その粒径・配向制御膜3上に形成した磁性膜4の粒径の標準偏差が大きくなり、記録媒体用の粒径・配向制御膜3として適正な機能が確保できなくなる。40

【0072】なお、本実施例では基板としてガラスを使用した。A1やAl合金基板、プラスチックあるいはこれらの複合材を用いることも可能であり、基板サイズも変えることができる。

【0073】また、基板にNiP、CoCrZr、その他の基板表面を改質するための層を形成しても良い。さらに軟磁性膜2としてFe-78Niパーマロイを用いたが、軟磁性を示す材料であればこれに限定されるものではない。また、軟磁性膜、配向制御膜、磁性膜等の作用をする膜を複数層形成して、効果を高めることもでき50

る。

【0074】なお、本実施例においては、粒径・配向制御膜3の結晶粒子がCo<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、CoO、Cr-20 at %Tiを用いた例で説明したが、酸化クロム、酸化鉄、酸化マグネシウム、酸化マンガン、酸化チタンあるいは酸化ニッケル、さらにCr、Ti、あるいは、これらの金属を主体とする結晶粒子とすることでも磁性膜の粒子を微細化し、その粒子サイズの分布を均一にすることができることを確認した。

【0075】また、添加材として酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)と酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)のモル比が1:1の混合物を使用した場合について示したが、周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種の物質が、本実施例で示した酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)と酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)の混合物と同様、有効に作用することを確認した。

【0076】さらに、Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、CoO等にイオン半径の異なる金属(例えば、クロム、鉄あるいはニッケルの酸化物)を添加してもよいことも確認した。また、Cr-20 at %Ti以外の金属、あるいは、それらの合金も粒径・配向制御膜3の結晶粒子とすることで磁性膜4の粒子を微細化し、その粒子サイズの分布を均一、かつ、磁性膜の配向性を確実にすることができることを確認した。

【0077】〔実施例 2〕本実施例における磁気記録媒体の模式断面図を図3~図7に示す。本実施例では、Co系非晶質軟磁性膜2'であるCo-5 at %Fe-20 at %Bの膜を50 nm形成後、Ni、Feを主成分とする軟磁性材料95重量%、酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)と酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)のモル比1:1の混合物5重量%からなるものをターゲットに用い、10 nm膜厚の軟磁性膜2'を形成した。スパッタ時の放電ガスには純Arを使用し、放電ガス圧力は5 mTorr、投入電力は1.5 kWとした。

【0078】その後、

- (1) 実施例1に相当する条件で磁性膜4を形成(図3)
- (2) 実施例1、表1のNo. 3に相当する条件で粒径・配向制御膜、磁性膜を形成(図4)
- (3) 比較例としてCo系非晶質軟磁性膜の上にNi、Feを主成分とする軟磁性材料のみの軟磁性膜を積層した後、実施例1に相当する条件で磁性膜4を形成(図5)
- (4) 比較例として、Co系非晶質軟磁性膜であるCo-5 at %Fe-20 at %B膜を60 nm形成後、実施例1に相当する条件で磁性膜4を形成(図6)
- (5) 比較例として、Ni、Feを主要成分とする軟磁性材料95重量%、酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)と酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)のモル比1:1の混合物5重量%からなるものを焼結ターゲットに用い、60 nm膜厚の軟

15

磁性膜を形成後、実施例1に相当する条件で磁性膜を形成(図7)した媒体を作成した。

【0079】これらの媒体を電子顕微鏡により観察したところ、1)は、Ni, Feを主成分とする軟磁性膜2'の平均粒径( $d_s$ )が14nm、標準偏差( $\sigma_s$ )/ $d_s$ が18%であり、軟磁性膜2'上に形成した磁性膜4の平均粒径( $d_m$ )14.8nm、標準偏差( $\sigma_m$ )/ $d_m$ が17.5%であった。両者の粒径がほぼ同等で粒径の分散も小さく、磁性膜の粒径が軟磁性膜に制御されていた。また、磁性膜の配向性もCo(00.2)であった。

【0080】2)は、Ni, Feを主成分とする軟磁性膜2'の平均粒径( $d_s$ )が14nm、標準偏差( $\sigma_s$ )/ $d_s$ が18%であり、軟磁性膜2'上に形成した粒径・配向制御膜3の平均粒径( $d_g$ )14.4nm、標準偏差( $\sigma_g$ )/ $d_g$ が15.1%であった。

【0081】さらにその上に形成した磁性膜4の平均粒径( $d_m$ )14.8nm、標準偏差( $\sigma_m$ )/ $d_m$ が16.1%であった。

【0082】上記1)と比べると、より磁性膜の粒径およびその分散が粒径・配向制御膜の形成により制御されていることが認められた。また、磁性膜の配向性もCo(00.2)であった。

【0083】3)は、Ni, Feを主成分とする軟磁性膜2の平均粒径( $d_s$ )が19nm、標準偏差( $\sigma_s$ )/ $d_s$ が27%であり、軟磁性膜2上に形成した磁性膜の平均粒径( $d_m$ )が20.4nm、標準偏差( $\sigma_m$ )/ $d_m$ が32%であった。

【0084】1), 2)に比べて粒径が大きいことに加え、粒径の分散も大きい。軟磁性膜に酸化シリコン( $SiO_2$ )と酸化チタン( $TiO_2$ )のモル比1:1の混合物を添加剤として形成した膜の粒径およびその分散が制御されており、それが磁性膜の粒径・配向をも良好に制御するものであることが認められた。

【0085】4)は、非晶質の軟磁性膜2''であり、ここで作製した軟磁性膜2''上に磁性膜を形成したが、磁性膜の粒径・配向は全く制御されていなかった。

【0086】5)は、軟磁性膜2'の平均粒径( $d_s$ )が16nm、標準偏差( $\sigma_s$ )/ $d_s$ が18.6%であり、軟磁性膜上に形成した磁性膜の平均粒径( $d_m$ )が15.8nm、標準偏差( $\sigma_m$ )/ $d_m$ が18.2%であった。両者の粒径がほぼ同等で粒径の分散も小さく、磁性膜の粒径が軟磁性膜に制御されていた。また、磁性膜の配向性もCo(00.2)であった。

【0087】これらの媒体について磁気特性を測定した結果、1), 2)は保磁力がそれぞれ2.9, 3.1kOeであり、M-Hループにおけるヒステリシスの角型性の指標である保磁力角型比 $S^*$ がそれぞれ0.84, 0.88であり、良好な磁気特性を有していた。

【0088】一方、3)は保磁力が1.8kOeであ

16

り、保磁力角型比 $S^*$ がそれぞれ0.77であった。

【0089】4)は保磁力が1.6kOeであり、保磁力角型比 $S^*$ がそれぞれ0.67であり、満足できる磁気記録媒体としての特性を示すものではなかった。

【0090】5)は保磁力が1.8kOeであり、保磁力角型比 $S^*$ がそれぞれ0.68であった。軟磁性層2'が磁性膜の粒径・配向制御をしていたが、磁気記録媒体としての特性は満足できるものではなかった。これは軟磁性膜全体を酸化シリコン( $SiO_2$ )と酸化チタン( $TiO_2$ )のモル比1:1の混合物を添加することによって、軟磁性結晶を非晶質粒界で区画してしまったために、磁区の境界が束縛されてしまい、磁界の移動が容易にできなくなったためであると考えられる。

【0091】これらの結果から、軟磁性膜を複数層形成すること、さらに軟磁性膜材に添加材(本実施例の場合は $SiO_2$ と $TiO_2$ のモル比1:1の混合物)を使用することにより、媒体特性を向上させることができること、特に、軟磁性膜材に添加材(本実施例の場合は $SiO_2$ と $TiO_2$ のモル比1:1の混合物)を使用した膜を形成する場合は、軟磁性膜が粒径・配向制御膜の機能を兼ねることができていることが分かる。

【0092】しかし、この場合は軟磁性膜を複数層形成し、さらに磁性膜4側の軟磁性膜は軟磁性膜材に添加材を添加した膜を、基板1側には軟磁性膜材のみの膜を形成することが効果的である。

【0093】〔実施例3〕図8は、本実施例における磁気記録媒体の模式断面図である。本実施例では実施例1、表1のNo.3に相当する条件で粒径・配向制御膜3を形成した後、Ptを12at%含むCoCrPtTaを成分とする磁性材料95重量%に、 $SiO_2$ が5重量%からなるものを焼結ターゲットに用い、15nm膜厚の磁性膜を形成した。スパッタ時の放電ガスには純Arを使用し、放電ガス圧力は5mTorr、投入電力は1.5kWとした。

【0094】磁性膜を形成した媒体の断面を電子顕微鏡により観察したところ、粒径・配向制御膜の形態をよく反映した磁性膜が成長しており、粒径・配向制御膜の粒子と磁性膜の磁性粒子はほぼ同じサイズであった。磁性粒子の粒子径分布を求めたところ、標準偏差:( $\sigma$ )/粒径( $d$ )が15%であった。このように磁性膜の粒子はそのサイズの分布が均一であることが分かった。

【0095】また、磁性膜の磁気特性を測定した結果、保磁力が3.4kOeであり、M-Hループにおけるヒステリシスの角型性の指標である保磁力角型比 $S^*$ が0.91で、良好な磁気特性を有していた。このことから、磁性膜にも添加材を使用することにより、媒体特性をより向上させることができていることが分かった。

【0096】〔実施例4〕基板として直径2.5インチのガラス基板を用いた。基板上に、Tiターゲットを用いてスパッタ法により5nmの膜を形成した。その

17

後、硫酸ニッケル、硫酸第一鉄、硫酸コバルトを溶解してpH3.0に調製した水溶液に基板を浸漬し、電流密度2A/cm<sup>2</sup>で電気メッキして400nmの軟磁性膜を形成した。この基板を300℃で1時間熱処理し、記録媒体形成用の基板とした。

【0097】この基板に実施例1、表1のNo.3に相当する条件で粒径・配向制御膜、磁性膜を形成し、媒体の断面を電子顕微鏡により観察したところ、軟磁性膜の粒径は14nmであり、粒径・配向制御膜、磁性膜共に軟磁性膜の形態をよく反映した形で成長しており、軟磁性膜、粒径・配向制御膜の粒子と磁性膜の磁性粒子はほぼ同じサイズであった。

【0098】磁性粒子の粒径分布を求めたところ、標準偏差( $\sigma$ )/粒径( $d$ )が17%であった。このように磁性膜の粒子は、その粒子サイズの分布が均一であることが分かった。

【0099】〔実施例5〕図9は、本実施例における磁気記録媒体の模式断面図である。基板として直径2.5インチのガラス基板を用いた。基板上に、軟磁性膜2としてFe-78Niパーマロイを用い、アルゴンガス圧2mTorr、スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜し、膜厚20nmとした。その後基板を250℃に加熱し、CoOが95重量%でSiO<sub>2</sub>+TiO<sub>2</sub>が5重量%より成るターゲットを用いて、第1層目の粒径・配向制御膜を5nm形成後、Co-35at%Crが95重量%でSiO<sub>2</sub>が5重量%より成るターゲットを用いて、第2層目の粒径・配向制御膜を5nm積層して粒径・配向制御膜3、3'とした。

【0100】スパッタ時の放電ガスには純Arを使用し、放電ガス圧力は5mTorr、投入電力は1.5kWとした。その後、CoCrPtTa系磁性膜をアルゴンガス圧2mTorr、スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜した。温度は250℃に維持した。

【0101】次いで、実施例1、表1のNo.3に相当する条件で磁性膜等を形成し、この媒体の特性を評価した結果、良好な磁気特性を示し、積層タイプの粒径・配向制御膜の有効性を確認した。

【0102】〔実施例6〕基板として直径2.5インチのガラス基板を用いた。基板上に、軟磁性膜としてFe-78Niパーマロイを用い、アルゴンガス圧2mTorr、スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜し、膜厚を5~500nmとした。その後、基板を250℃に加熱し、CoOが95重量%でSiO<sub>2</sub>+TiO<sub>2</sub>が5重量%より成るターゲットを用いて、第1層目の粒径・配向制御膜を5nm形成後、Co-35at%Crが95重量%でSiO<sub>2</sub>が5重量%より成るターゲットを用いて、第2層目の粒径・配向制御膜を5nm積層して粒径・配向制御膜とした。スパッタ時の放電ガスには純Arを使用し、放電ガス圧力は5m

18

Torr、投入高周波電力は1.5kWとした。

【0103】次いで、CoCrPtTa系磁性膜をアルゴンガス圧2mTorr、スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜した。温度は250℃に維持した。その後、実施例1に相当する条件で保護膜、潤滑膜、磁性膜等を形成してこの媒体の諸特性を評価した結果を表4に示す。

【0104】

【表4】

表 4

試料NO.	軟磁性膜 厚さ(nm)	保磁力Hc (Oe)	記録密度 D50(kFCI)	備考
1	5	1850	185	比較例
2	10	2300	240	
3	50	3100	235	
4	100	3300	255	
5	300	3250	265	
6	400	3400	250	
7	500	3300	245	

【0105】表4には各媒体の保磁力を振動型磁力計(VSM)で測定した結果と、記録再生特性を記録再生分離型の磁気ヘッド用いて測定した結果を示した。

【0106】記録特性は、低周波の再生出力の半分になる出力半減記録密度(D50)を測定した。表から分かるように、軟磁性膜の厚さが10nm以上において保磁力2kOe以上の値が得られ、かつ、出力半減記録密度(D50)の値も改善できる結果が得られた。

【0107】本発明で軟磁性膜の厚さを400nm以下としたのは、媒体特性からの制約ではなく、工業的に400nmを超える厚い膜を形成することが得策でないためである。

【0108】

【発明の効果】本発明によれば、基板上に軟磁性膜、粒径・配向制御膜、磁性膜を結晶粒子サイズ、および、その粒子分布を制御し形成することができる。これにより、低ノイズで、熱揺らぎや熱減磁が抑制された垂直磁気記録媒体が実現できる。

【0109】また、磁性膜の結晶配向性の制御が可能であるため、高密度記録に適した配向を有する磁性膜とすることができる。

【0110】さらに、磁性膜の結晶粒子間の距離を制御できるので、磁性膜の結晶粒子間の相互作用を低減することができ、これにより、低ノイズで磁区が微細化された磁気記録媒体が得られ、高密度記録が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

【図2】磁気記録装置の概略構造を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施例2の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

19

【図4】本発明の実施例2の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

【図5】本発明の実施例2の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

【図6】本発明の実施例2の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

【図7】本発明の実施例2の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

【図8】本発明の実施例3の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

\*10

20

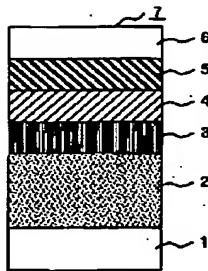
\*【図9】本発明の実施例5の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

【符号の説明】

1…基板、2…軟磁性膜、2'…軟磁性膜+添加材、2''…軟磁性膜(非晶質)、3…粒径・配向制御膜、4…磁性膜、5…保護膜、6…潤滑膜、7…垂直磁気記録媒体、8…駆動部(回転)、9…駆動部(記録)、10…磁気ヘッド、11…磁気ヘッドアーム、12…ボイスコイルモータ。

【図1】

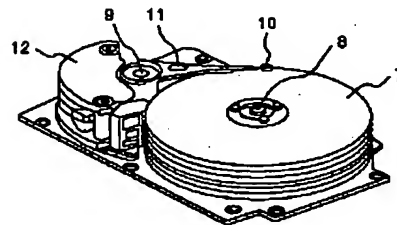
図 1



1…基板 2…軟磁性膜 3…粒径・配向制御膜 4…磁性膜  
5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図2】

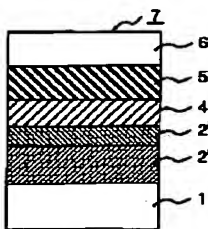
図 2



7…垂直磁気記録媒体 8…駆動部(回転) 9…駆動部(記録)  
10…磁気ヘッド 11…磁気ヘッドアーム 12…ボイスコイルモータ

【図3】

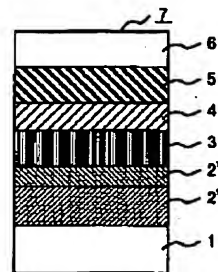
図 3



1…基板 2'…軟磁性膜+添加材 2''…軟磁性膜(非晶質)  
4…磁性膜 5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図4】

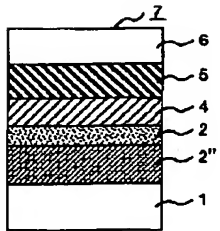
図 4



1…基板 2'…軟磁性膜+添加材 2''…軟磁性膜(非晶質)  
3…粒径・配向制御膜 4…磁性膜 5…保護膜 6…潤滑膜  
7…垂直磁気記録媒体

【図5】

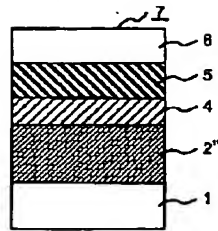
図 5



1…基板 2…軟磁性膜 2'…軟磁性膜（非晶質） 4…磁性膜  
5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図6】

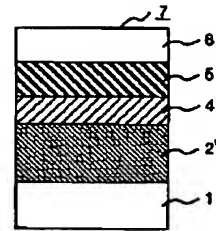
図 6



1…基板 2'…軟磁性膜（非晶質） 4…磁性膜  
5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図7】

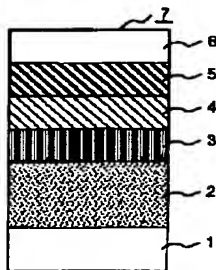
図 7



1…基板 2'…軟磁性膜+添加材 4…磁性膜  
5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図8】

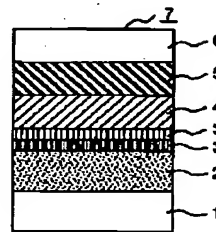
図 8



1…基板 2…軟磁性膜 3…粒径・配向制御膜 4'…磁性膜+添加材  
5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図9】

図 9



1…基板 2…軟磁性膜 3…粒径・配向制御膜 3'…粒径・配向制御膜  
4…磁性膜 5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

# フロントページの続き

(72)発明者 内藤 孝  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内  
(72)発明者 山本 浩貴  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内  
(72)発明者 本田 光利  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内  
(72)発明者 平野 辰己  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 高橋 研  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内  
(72)発明者 小園 裕三  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内  
Fターム(参考) 5D006 BB02 BB06 BB07 CA01 CA03  
CA05 CA06 DA03 DA08 FA09  
5D112 AA03 AA04 AA05 AA24 BB05  
BB06 BB07 BD02 BD03 BD04  
BD05 FA04 FB04